نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد 15، شماره 4، زمستان 1396، ص. 775-761

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 4, Winter. 2018, p. 761-775

بررسی شاخص‌های رشد سیب‌زمینی (*Solanum tubersum* L.) تحت تأثیر تراکم و زمان سبزشدن علف‌هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)

مجتبی اسدی[1]- علیرضا یدوی[2]- محمد عظیمی گندمانی[3*]

تاریخ دریافت: 1393/08/30
تاریخ پذیرش: 1395/07/06

چکیده

یکی از عوامل محدودکننده در تولید سیب‌زمینی، علف‌های هرز می‌باشند. مدیریت علف‌های هرز نیازمند اطلاعات جامع و دقیقی از رفتار علف‌های هرز و اثرات آنها در سیستم‌های زراعی می‌باشد. بدین منظور آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی شهرستان بروجن استان چهارمحال و بختیاری به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار به‌اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل ترکیبی از تراکم تاج‌خروس (پنج، 10 و 15 بوته تاج‌خروس در متر مربع) و زمان سبز شدن تاج‌خروس (چهار و هشت روز قبل از سبز شدن سیب‌زمینی، همزمان با سبز شدن سیب‌زمینی و چهار روز پس از سبز شدن سیب‌زمینی) بود. صفات مورد ارزیابی تاج‌خروس شامل ارتفاع بوته و وزن خشک کل و همچنین صفات مورد ارزیابی سیب‌زمینی شامل شاخص سطح برگ، وزن خشک کل، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و عملکرد غده بود. نتایج نشان داد که اثر زمان نسبی سبز شدن و تراکم تاج‌خروس بر ارتفاع بوته و وزن خشک تاج‌خروس معنی‌دار بود. هرچه تاج‌خروس نسبت به سیب‌زمینی دیرتر سبز شد، ارتفاع بوته و وزن خشک کمتری داشت. با افزایش تراکم تاج‌خروس ارتفاع بوته و وزن خشک تاج‌خروس افزایش یافت. برهمکنش آنها فقط برای صفات عملکرد غده سیب‌زمینی معنی‌دار شد. ظهور نسبی زودتر تاج‌خروس و افزایش تراکم تاج‌خروس باعث کاهش عملکرد غده سیب‌زمینی شد. بیشترین و کمترین عملکرد غده به‌ترتیب مربوط به تیمارهای تراکم پنج بوته تاج‌خروس و سبز شدن چهار روز بعد از سیب‌زمینی (39800 کیلوگرم در هکتار) و تراکم 15 بوته تاج‌خروس و سبز شدن هشت روز قبل از سیب‌زمینی (18400 کیلوگرم در هکتار) بودند. به‌طور کلی نتایج نشان داد که تاج‌خروس به دلیل ارتفاع بالاتر نسبت به سیب‌زمینی و همچنین C_4 بودن آن در صورت ظهور نسبی زودتر حتی در تراکم کمتر نیز رقابت‌کننده قوی برای جذب نور می‌باشد و می‌تواند خسارت زیادی به تولید سیب‌زمینی وارد کند.

واژه‌های کلیدی: رقابت، ظهور نسبی، علف‌هرز، عملکرد

مقدمه

با افزایش جمعیت، نیاز بشر به مواد غذایی و تولیدات گیاهی در حال افزایش است. سیب‌زمینی (*Solanum tubersum* L.) بعد از گندم، برنج و ذرت مقام چهارم سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده و از نظر تعداد کشورهای تولیدکننده در مقام دوم بعد از ذرت قرار دارد (Sobhani, 1995; Trehan and Singh, 2013). یکی از عوامل محدودکننده در تولید سیب‌زمینی علف‌های هرز می‌باشند. سیستم‌های مدیریت علف‌های هرز نیازمند اطلاعات جامع و دقیقی از رفتار علف‌های هرز و اثرات آنها در سیستم‌های زراعی می‌باشد. این مسأله شامل شناخت اثرات متقابل گیاه زراعی علف‌هرز در طی فصل رشد و همچنین پویایی جمعیت علف‌های هرز بعد از فصل رشد می‌باشد (Rahimian and Shariati, 1999; Kolodziejczyk, 2015). تاج‌خروس سومین علف‌هرز غالب دو لپه‌ای در سطح جهان است که به دلیل دارا بودن طبیعت رشد نامحدود و مسیر فتوسنتزی C_4، در دمای بالا و نور شدید به‌ویژه در مزارع گیاهان زراعی تابستانه و گرما دوست نظیر ذرت و آفتابگردان قدرت رقابتی بیشتری از خود نشان می‌دهد (Ronald, 2000). توان بالای رقابتی در گونه‌های

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های‌هرز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز
2- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
3- عضو هیأت علمی، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: Azimi_3563@yahoo.com)
DOI: 10.22067/gsc.v15i4.41505

مختلف تاج‌خروس (*Amaranthus* spp.) موجب گردیده تا ارزیابی تأثیر منفی تداخل گونه‌های مختلف آن بر روی عملکرد گیاهان زراعی تابستانه مورد توجه محققین علم علف‌های هرز واقع شود (Dieleman *et al*., 1995; Ronald, 2000). تراکم علف‌هرز یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی است (Blackshaw *et al*., 2003) و بخشی از افت عملکرد گیاه زراعی را در رقابت با علف‌هرز تعیین می‌کند (Abbas-Dokht, 2003). تأثیر زمان سبز شدن و طول دوره رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی دو جنبه مهم هستند که در اغلب مطالعات رقابتی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

تجزیه و تحلیل کمی رشد روشی است برای توجیه و تفسیر عکس‌العمل گیاه نسبت به شرایط محیطی که گیاه در طول دوره حیات خود با آنها مواجه می‌شود (Evans, 1972; Blackshaw *et al*., 2003). آنالیزهای رشد گیاه می‌تواند به‌عنوان عاملی برای نشان دادن توانایی رقابت در بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز استفاده شود (Dunan and Zimdahl, 1991). شاخص‌های رشد مثل تجمع ماده خشک، سرعت جذب خالص سرعت رشد گیاه و شاخص سطح برگ جهت ارزیابی میزان تأثیر رقابت علف‌های هرز بر روی عملکرد دانه مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Malik *et al*., 1993).

یکی از ویژگی‌هایی که تحت تأثیر تداخل علف‌هرز قرار می‌گیرد شاخص سطح برگ است. تداخل تمام فصل علف‌هرز باعث حداکثر کاهش سطح برگ در هر گیاه می‌شود (Blackshaw *et al*., 2003). هرچه سطح برگ گیاه زراعی بیشتر باشد، میزان تابش فعال فتوسنتزی دریافتی توسط علف‌های هرز کاهش می‌یابد و در نتیجه بر قابلیت رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز افزوده می‌شود (Croster and Witt, 2000). درخصوص تأثیر عوامل محیطی بر شاخص‌های رشد، بورگو و همکاران (Borrego *et al*., 2000) سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی را در ارقام مختلف سیب‌زمینی مورد بررسی قرار دادند و بیان داشتند که بین ارقام برای صفات مورد بررسی اختلاف وجود داشت. نگانگا (Nganga, 1982) رابطه بین عملکرد سیب‌زمینی با سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، میزان جذب خالص، شاخص سطح برگ و عوامل محیطی را بررسی و عنوان داشتند که شرایط محیطی از طریق تأثیر بر شاخص‌های رشد عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر تراکم و زمان سبز شدن علف‌هرز تاج‌خروس بر شاخص‌های رشد و عملکرد سیب‌زمینی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 93 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام‌نور واحد گندمان استان چهارمحال و بختیاری (مکان آزمایش دارای موقعیت 51 درجه و نه دقیقه شرقی طول جغرافیایی و 31 درجه و 52 دقیقه شمالی عرض جغرافیایی و با ارتفاع 2270 متر از سطح دریا می‌باشد) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار به‌اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش شامل ترکیبی از تراکم تاج‌خروس (سه، شش و نه بوته تاج‌خروس در هر متر ردیف برابر با پنج، 10 و 15 بوته در مترمربع) و زمان سبز شدن تاج‌خروس (چهار و هشت روز قبل از سبز شدن سیب‌زمینی، هم‌زمان با سبز شدن سیب‌زمینی و چهار روز پس از سبز شدن سیب‌زمینی) بود. جهت ایجاد تیمارهای زمان سبز شدن تاج‌خروس به‌ترتیب بذور تاج‌خروس در زمان‌های دو، شش، 10 و 14 روز پس از کاشت سیب‌زمینی کشت گردید.

عملیات تهیه زمین شامل شخم عمیق در پاییز، افزودن 20 تن در هکتارکود دامی پوسیده، دیسک‌زنی، شخم سطحی در اوایل بهار، اضافه کردن 72 کیلوگرم در هکتار از هریک از عناصر غذایی فسفر و پتاسیم و به‌ترتیب از منابع فسفات آمونیم و سولفات پتاسیم، دیسک‌زنی دوم و بالاخره فاروئرزنی بود. همچنین کود نیتروژنه به مقدار 59/8 کیلوگرم در هکتار در دو نوبت مساوی به هنگام کاشت و زمان تنک به خاک اضافه خواهد شد که از کود اوره با 46 درصد نیتروژن تأمین گردید.

جدول 1- نتایج آنالیز خاک منطقه مورد آزمایش

Table 1- The results of soil testing

بافت خاک Soil pattern	اسیدیته PH	پتاسیم (ppm) K	فسفر (ppm) P	نیتروژن % N	هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	کربن آلی % C
لومی رسی شنی Sandy clay loam	7.6	337	37.5	12	0.9	1

کرت‌هایی به ابعاد 15متر مربع و با چهار خط کاشت به فاصله 70 سانتی‌متر، مهیا گردید و غده سیب‌زمینی رقم بورن که رقمی متوسط زودرس می‌باشد با فاصله 20 سانتی‌متر از هم، روی ردیف‌های کاشت در عمق 17 سانتی‌متری در20 فروردین ماه به‌صورت هیرم‌کاری با دست‌کشت گردید. آبیاری براساس نیاز گیاه، درجه حرارت و شرایط جوی هر هفت تا نه روز یکبار انجام گردید. کلیه علف‌های هرز به‌جز

تاج خروس در دو نوبت وجین شدند. عملیات برداشت در زمان رسیدن محصول با دست انجام گرفت. برداشت سیب‌زمینی در تاریخ 20 تیر از هریک از کرت‌ها به‌صورت جداگانه انجام شد.

صفات مورد ارزیابی تاج‌خروس شامل ارتفاع بوته و وزن خشک کل در واحد سطح و همچنین صفات مورد ارزیابی سیب‌زمینی شامل شاخص سطح برگ، وزن خشک کل، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و عملکرد غده بود. جهت تجزیه‌ی مراحل رشد در فواصل زمانی مشخص وزن خشک گیاه و سطح برگ آن اندازه‌گیری شده و سپس با استفاده از روابط ریاضی شاخص‌های رشد محاسبه گردیدند. بدین منظور دو خط کاشت میانی هر کرت و با حذف اثرات حاشیه‌ای (نیم متر از ابتدا و انتهای هر خط) در نظر گرفته شد. اولین نمونه‌برداری برای سیب‌زمینی به دلیل تأخیر در سبز شدن 30 روز پس از کاشت صورت گرفت و نمونه‌برداری‌های بعدی با فواصل هر 15 روز یکبار تا مرحله‌ی رسیدگی صورت پذیرفت. در هر مرحله اندازه‌گیری برداشت از هر کرت، سه بوته را از سطح خاک برداشت نموده و جهت تعیین وزن خشک در دمای 75 درجه سانتی‌گراد در آون به مدت 48 ساعت قرار داده شد و سپس توزین شدند. همچنین سطح برگ نیز جهت محاسبه شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شد.

برای پیش‌بینی تغییرات وزن خشک کل گیاه (TDM) و شاخص سطح برگ (LAI) نسبت به روزهای بعد از کاشت به‌ترتیب از مدل لجستیک و مدل لجستیک پیک به شرح زیر استفاده شد (Notghi-Taheri, 1997):

معادله (1) $$TDM = \frac{a}{(1+b\times\exp(-c\times t))}$$

معادله (2) $$LAI = a + \frac{4\times b\times exp\left(\frac{-(t-c)}{d}\right)}{(1+\exp\left(\frac{-(t-c)}{d}\right))^2}$$

که در آن a، b، c و d ضرایب معادله می‌باشند. برای برازش این معادلات و به‌دست آوردن ضرایب آنها از نرم‌افزار Slidewrite استفاده شد. سرعت رشد محصول (CGR) از مشتق اول معادله برازش شده به داده‌های ماده خشک و سرعت رشد نسبی (RGR) که از مشتق دوم معادله برازش شده به ماده خشک به‌دست آمد (Notghi-Taheri, 1997):

معادله (3) $$CGR = \frac{dy}{dt} = \frac{a\times b\times c\times\exp(-c\times t)}{((1+b\times\exp(-c\times t))^2}$$

معادله (4) $$RGR = \frac{d2y}{dt} = \frac{b\times c\times exp(-c\times t)}{(1+b\times exp(-c\times t))} = \frac{CGR}{TDW}$$

عملیات برداشت نهایی برای سیب‌زمینی در انتهای فصل و پس از خشک شدن حدود 50 درصد اندام هوایی برای کلیه‌ی تیمارها صورت گرفت. برای این منظور، پس از حذف حاشیه هر کرت و 50 سانتی‌متر از هر طرف کرت، سطحی معادل دو مترمربع جهت مقایسه عملکرد، برداشت گردید. در این سطح پس از برداشت اندام هوایی بوته‌ها و توزین آن‌ها، غده‌ها با بیل از زمین بیرون آورده و جمع‌آوری شدند. در مرحله‌ی بعد برای به‌دست آوردن عملکرد بیولوژیک کل، وزن خشک غده‌ها با وزن اندام هوایی جمع شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه 9/1) و برای مقایسه میانگین عوامل آزمایشی معنی‌دار از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته تاج‌خروس

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر زمان نسبی سبز شدن در سطح احتمال پنج درصد و اثر تراکم تاج‌خروس در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته تاج‌خروس معنی‌دار بود (جدول 2). مقایسه میانگین اثرات زمان نسبی سبز شدن (جدول 3) نشان داد که هرچه تاج‌خروس نسبت به سیب‌زمینی دیرتر سبز شد، ارتفاع بوته کمتری داشت. به‌طوری‌که در تیمار هشت روز قبل از سبزشدن سیب‌زمینی، ارتفاع بوته علف هرز به 96 سانتی‌متر رسید و در تیمار چهار روز بعد از سیب‌زمینی، ارتفاع 76 سانتی‌متر، به‌دست آمد (جدول 3). با افزایش تراکم تاج‌خروس ارتفاع بوته افزایش یافت. تیمار 15 و پنج بوته در مترمربع به‌ترتیب بیشترین (97 سانتی‌متر) و کمترین (76 سانتی‌متر) ارتفاع بوته را داشتند؛ که البته بین تیمارهای پنج و 10 بوته در مترمربع تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 3).

نتایج این تحقیق نشان داد که علف هرز تاج‌خروس بیشترین ارتفاع خود را زمانی نشان داد که یا زودتر از سیب‌زمینی سبز شده بودند و یا دارای تراکم‌های بالاتری بودند. به نظر می‌رسد در تراکم بالا شدت رقابت درون گونه‌ای هنوز در حدی نیست که مانع از اثرات منفی بر روی خود گونه‌ها شود. مطالعه‌های انجام شده بر رقابت گیاه زراعی و علف هرز برای نور گویای آن است که ارتفاع بیشتر می‌تواند مشکل سطح برگ کمتر را جبران کند به نحوی که علف‌های هرز با ارتفاع بیشتر و سطح برگ کمتر قدرت رقابت بیشتری برای جذب نور در مقایسه با یک گیاه زراعی با ارتفاع کمتر و سطح برگ بیشتر دارد (Nassiri-Mahallati and Kropff, 1992; Ahmadvand *et al*., 2009).

ماده‌ی خشک کل تاج‌خروس

با توجه به شکل‌های الف و ب که روند تجمع ماده خشک را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهند، مشاهده می‌شود که در تمام آنها از یک روند تبعیت می‌کنند و حالت سیگموئیدی دارد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای زمان نسبی سبز شدن و تراکم تاج‌خروس در سطح یک درصد بر ماده‌ی خشک کل تاج‌خروس معنی‌دار بود، ولی برهمکنش آنها معنی‌دار نبود (جدول 2).

جدول 2- جدول تجزیه واریانس برای برخی صفات تاج‌خروس

Table 2- Analysis of variance for some traits of Pigweed

		میانگین مربعات MS	
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	ارتفاع تاج‌خروس Pigweed height	ماده خشک کل تاج‌خروس Pigweed total dry matter
بلوک (Block)	2	16.86^{ns}	785^{ns}
زمان نسبی سبز شدن (A) Time of emergence	3	666^{*}	40398^{**}
تراکم تاج‌خروس (B) Pigweed density	2	1276^{**}	32345^{**}
A*B	6	12.25^{ns}	435^{ns}
خطای b B Error	22	194.5	4250
ضریب تغییرات CV		16.2	15.1

**: معنی‌دار در سطوح احتمال 1٪، *: معنی‌دار در سطح احتمال 5٪، ns: عدم معنی‌داری

**: Significant at the 1% level, *: Significant at the 5%, ns: not significant

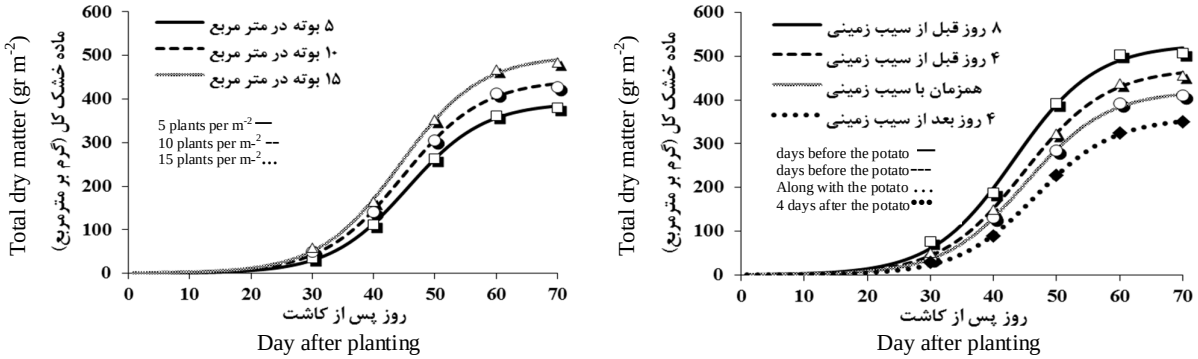
جدول 3- مقایسه میانگین‌های اثرات زمان نسبی سبزشدن و تراکم تاج‌خروس برای برخی صفات تاج‌خروس

Table 3- Comparison of mean effects of relative grow time and Pigweed density to some characters of Pigweed

صفات Characteristics / تیمار Treatment		ارتفاع تاج‌خروس Pigweed height (cm)	ماده خشک کل تاج‌خروس Pigweed total dry matter ($g\ m^{-2}$)
Grow the Pigweed	زمان سبز شدن تاج‌خروس		
8 days before the Potato	8 روز قبل از سیب‌زمینی	96^{a}	507^{a}
4 days before the Potato	4 روز قبل از سیب‌زمینی	89^{ab}	456^{ab}
Along with the Potato	همزمان با سیب‌زمینی	82^{b}	409^{bc}
4 days after the Potato	4 روز بعد از سیب‌زمینی	76^{b}	350^{c}
Pigweed density	تراکم تاج‌خروس		
5		76^{b}	380^{b}
10		84^{b}	428^{b}
15		97^{a}	483^{a}

*: در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

*: Numbers followed by the same letter are not significantly differentns



ب- تراکم‌های مختلف

B- Different density

الف- تیمارهای مختلف زمان سبز شدن

A- Different treatments of grow time

شکل 1- روند تغییرات ماده خشک کل تاج‌خروس در تیمارهای مختلف زمان سبز شدن و در تراکم‌های مختلف

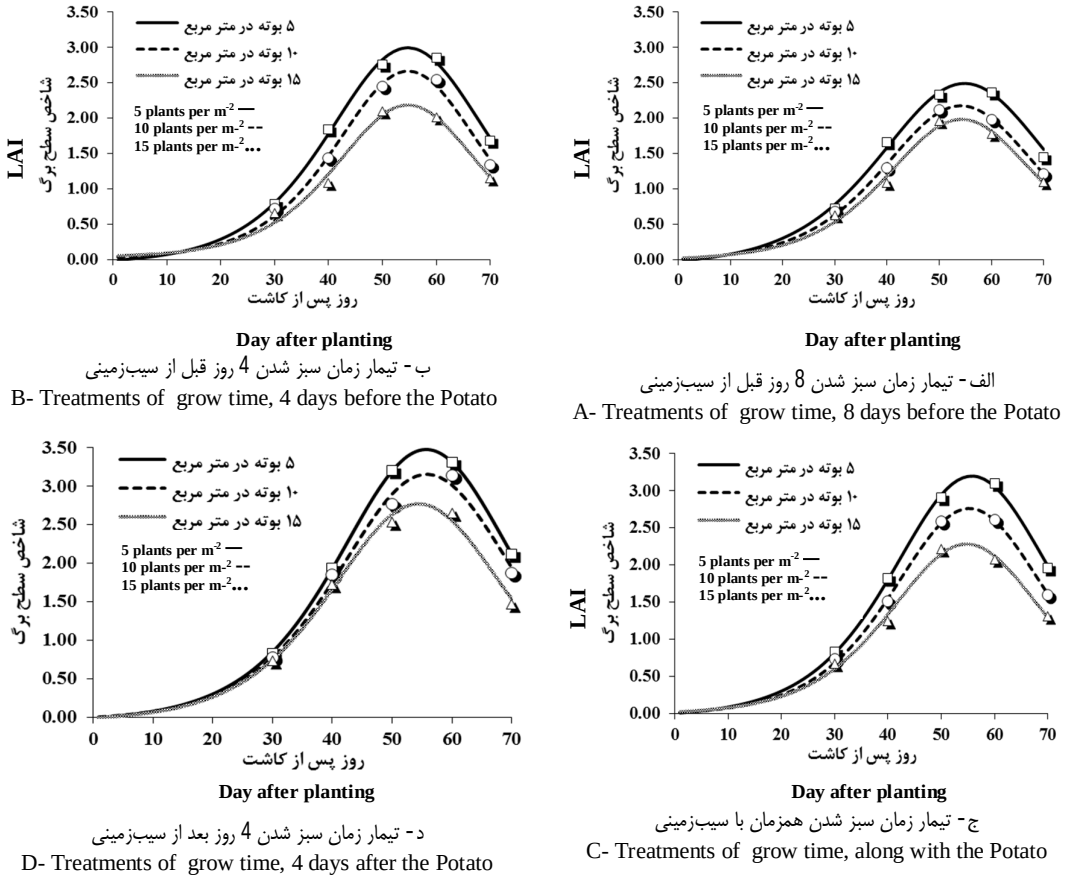
Figure 1- Trend changes in the total dry matter of Pigweed in different treatments of grow time and in different density

جدول 4- ضرایب معادلات برازش‌یافته برای روند تغییرات تجمع ماده خشک تاج‌خروس

Table 4- Fitted equation coefficients for dry matter accumulation trend of Pigweed

Treatment تیمار		coefficients ضرایب معادله			R^2	p-value
		a	b	c		
Grow the Pigweed زمان سبز شدن تاج‌خروس						
8 days before the Potato	8 روز قبل از سیب‌زمینی	527.1188	792.857	0.154438	0.99718	<.0001
4 days before the Potato	4 روز قبل از سیب‌زمینی	471.693	963.8327	0.153289	0.999148	<.0001
Along with the Potato	همزمان با سیب‌زمینی	422.2009	1155.29	0.156351	0.999416	<.0001
4 days after the Potato	4 روز بعد از سیب‌زمینی	359.4141	1878.806	0.16169	0.999669	<.0001
Pigweed density	تراکم تاج‌خروس					
5		391.6709	1452.235	0.159947	0.999361	<.0001
10		443.4934	971.2977	0.153798	0.998866	<.0001
15		500.4586	886.1452	0.153263	0.998853	<.0001

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هرچه زمان ظهور نسبی تاج‌خروس زودتر باشد ماده خشک تولیدی افزایش می‌یابد (جدول 3 و شکل 1 الف). همچنین با افزایش تراکم از پنج به 15 بوته در متر مربع ماده خشک کل افزایش یافت. بیشترین ماده خشک (483 گرم بر مترمربع) در هنگام برداشت مربوط به تیمار 15 بوته در متر مربع بود (جدول 3 و شکل 1 ب).



الف- تیمار زمان سبز شدن 8 روز قبل از سیب‌زمینی

A- Treatments of grow time, 8 days before the Potato

ب- تیمار زمان سبز شدن 4 روز قبل از سیب‌زمینی

B- Treatments of grow time, 4 days before the Potato

ج- تیمار زمان سبز شدن همزمان با سیب‌زمینی

C- Treatments of grow time, along with the Potato

د- تیمار زمان سبز شدن 4 روز بعد از سیب‌زمینی

D- Treatments of grow time, 4 days after the Potato

شکل 2- روند تغییرات شاخص سطح برگ سیب‌زمینی در تراکم‌های مختلف تاج‌خروس در تیمارهای مختلف زمان سبز شدن

Figure 2- Trend changes in the leaf area index (LAI) of potato in different treatments of pigweed density and different treatments of grow time

جدول 5- ضرایب معادلات برازش‌یافته برای روند تغییرات شاخص سطح برگ سیب‌زمینی

Table 5- Fitted equation coefficients for leaf area index (LAI) trend of Potato

تیمار Treatment		ضرایب معادله coefficients			R^2	p-value
زمان سبز شدن تاج‌خروس Grow the Pigweed	تراکم تاج‌خروس Pigweed density	a	b	c		
8 روز قبل از سیب‌زمینی 8 days before the Potato	5	-0.08096	2.574145	54.84124	10.87869	0.997077
	10	-0.0224	2.200441	54.12404	9.958244	0.997416
	15	0.002198	1.984823	54.26741	9.55865	0.990227
4 روز قبل از سیب‌زمینی 4 days before the Potato	5	-0.0552	3.051317	54.72689	9.917823	0.997632
	10	0.010338	2.66026	54.72954	9.045422	0.994507
	15	0.03301	2.156587	54.71166	9.009792	0.986751
همزمان با سیب‌زمینی Along with the Potato	5	-0.04339	3.241947	55.74011	10.02632	0.99937
	10	-0.01729	2.782674	55.24092	9.628843	0.998897
	15	-0.00714	2.289301	54.73341	9.666693	0.993454
4 روز قبل از سیب‌زمینی 4 days after the Potato	5	-0.05399	3.53244	55.695	9.857171	0.999978
	10	-0.04455	3.203264	55.75063	9.910542	0.993321
	15	-0.0485	2.817914	54.37889	9.790506	0.99495

شاخص سطح برگ

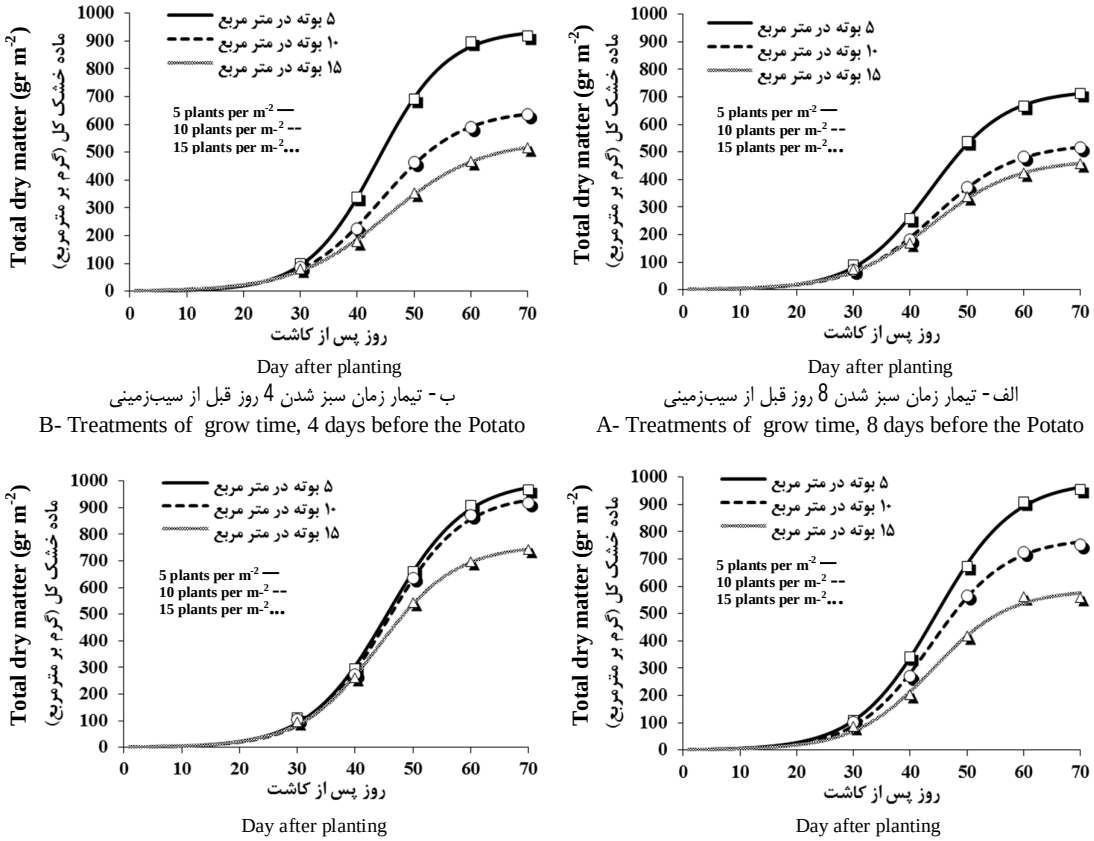
برگ‌ها اندام اصلی دریافت‌کننده نور و مهمترین محل انجام فتوسنتز در گیاهان زراعی هستند. با افزایش سطح برگ میزان دریافت تشعشع هم افزایش می‌یابد (Koochaki and Sarmadnia, 2008). نشان داده‌اند که هرچه سطح برگ گیاه زراعی بیشتر باشد، میزان تابش فعال فتوسنتزی دریافتی توسط علف‌های هرز کاهش می‌یابد و در نتیجه بر قابلیت رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز افزوده می‌شود (Croster and Witt, 2000; Ahmadvand *et al*., 2009). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که شاخص سطح برگ می‌تواند به‌عنوان یک شاخص در ارزیابی تأثیر رقابت علف‌هرز بر رشد و نمو لوبیا مورد استفاده قرار گیرد (Malik *et al*., 1993; Steinmaus and Norris, 2002).

شکل 2، روند تغییرات شاخص سطح برگ سیب‌زمینی در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهند. روند کلی تغییر شاخص سطح برگ تیمارهای مختلف مشابه است و در حدود 55 روز پس از کاشت به حداکثر میزان خود رسیده و پس از آن در اثر سایه‌اندازی و پیری برگ‌ها شروع به زردشدن و کاهش سطح برگ در موقع برداشت شد. در این بررسی حداقل شاخص سطح برگ سیب‌زمینی (1/99)، در تیمار تراکم 15 بوته در مترمربع تاج‌خروس و زمان سبز شدن هشت روز قبل از سیب‌زمینی مشاهده شد و حداکثر آن (3/48) در تیمار تراکم پنج بوته در مترمربع تاج‌خروس و زمان سبز شدن چهار روز بعد از سیب‌زمینی حاصل شد (شکل 2 الف و د). در کلیه تیمارهای زمان ظهور نسبی تاج‌خروس، با افزایش تراکم تاج‌خروس شاخص سطح برگ سیب‌زمینی کاهش یافت. به‌طور کلی ظهور نسبی زودتر تاج‌خروس نسبت به تراکم آن اثر بیشتری بر کاهش شاخص سطح برگ سیب‌زمینی داشت (شکل 2 الف تا د).

لینچ و رائوبری (Lynch and Rowberry, 1977) در مطالعه روند تغییرات شاخص سطح برگ سیب‌زمینی دریافتند که مقدار این شاخص تا 47 روز پس از ظهور گیاهچه‌ها افزایش می‌یابد. اندازه این افزایش با تراکم بوته رابطه معکوسی داشته و حداکثر مقدار آن معادل 4/25 می‌باشد. مطالعه‌ها نشان داده‌اند که علف‌های هرز می‌توانند از راه کاهش سطح برگ گیاه زراعی و روند تغییرات آن فرآیند رقابت را به نفع خود تغییر دهند (Robert, 1993; Ahmadvand *et al*., 2009; Kolodziejczyk, 2015). رقابت گیاهان زراعی و علف‌های هرز منجر به کاهش شاخص سطح برگ گیاه زراعی در اثر افزایش تراکم و دوره تداخل علف‌های هرز شده است (Aghabeigi, 2003; Aghaalikhani, 2001; Izadi-Darbandi, 2002; Hasanzadeh-Delooi, 2002; Khaleghi, 2004; Najafi, 2002). به نظر می‌رسد استقرار سریع کانوپی تاج‌خروس بر فراز سیب‌زمینی و همچنین ساختار کانوپی آن، عامل کلیدی در این جنبه از رقابت می‌باشد و همچنین آرایش افقی برگ‌ها در تاج‌خروس یکی از عوامل برتری آن نسبت به سویا می‌باشد (Peterson *et al*., 1995; Toller, 1996).

ماده‌ی خشک کل

تجمع ماده‌ی خشک، شاخص مناسبی از الگوی رشد است. نحوه‌ی تجمع ماده‌ی خشک در طول زمان یا واحد گرمایی متأثر از عوامل اقلیمی و مزرعه‌ای می‌باشد. تولید ماده خشک، انعکاسی از فتوسنتز خالص گیاه است. ماده خشک تولیدی یا به مصرف رشد گیاه رسیده و یا در اندام‌های ذخیره‌ای تجمع می‌یابد، که می‌تواند تعیین‌کننده‌ی عملکرد گیاهان زراعی باشد. بنابراین افزایش وزن در اثر تولیدات فتوسنتزی، ماده‌ی خشک نامیده می‌شود (Keshiri *et al*., 2003; Ahmadvand *et al*., 2009).



الف- تیمار زمان سبز شدن 8 روز قبل از سیب‌زمینی
A- Treatments of grow time, 8 days before the Potato

ب- تیمار زمان سبز شدن 4 روز قبل از سیب‌زمینی
B- Treatments of grow time, 4 days before the Potato

ج- تیمار زمان سبز شدن همزمان با سیب‌زمینی
C- Treatments of grow time, along with the Potato

د- تیمار زمان سبز شدن 4 روز بعد از سیب‌زمینی
D- Treatments of grow time, 4 days after the Potato

شکل 3- روند تغییرات ماده خشک کل سیب‌زمینی در تراکم‌های مختلف تاج‌خروس در تیمارهای مختلف زمان سبز شدن

Figure 3- Trend changes in the total dry matter of potato in different pigweed density and different treatments of grow time

با توجه به شکل 3 که روند تجمع ماده خشک تراکم‌ها را در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهند، مشاهده می‌شود که در تمام تراکم‌ها از یک روند تبعیت می‌کنند. در تیمار زمان سبز شدن هشت روز قبل از سیب‌زمینی با افزایش تراکم تاج‌خروس از پنج به 15 بوته، ماده خشک کل سیب‌زمینی 35 درصد کاهش یافت (شکل 3 الف). این کاهش در تیمار زمان سبز شدن چهار روز قبل از سیب‌زمینی 44 درصد (شکل 3 ب)، در تیمار زمان سبز شدن همزمان با سیب‌زمینی 40 درصد (شکل 3 ج) و در تیمار زمان سبز شدن چهار روز بعد از سیب‌زمینی 24 درصد (شکل3 د) بود. تیمار تراکم پنج بوته در مترمربع تاج‌خروس و زمان سبز شدن چهار روز بعد از سیب‌زمینی دارای حداکثر ماده خشک کل سیب‌زمینی (975 گرم بر مترمربع) بود و حداقل آن (460 گرم بر مترمربع) در تیمار تراکم 15 بوته در مترمربع تاج‌خروس و زمان سبز شدن هشت روز قبل از سیب‌زمینی حاصل شد.

سایر مطالعه‌ها نیز گویای کاهش ماده خشک گیاه زراعی در اثر افزایش تراکم علف‌های هرز می‌باشند (Ghosheh *et al*., 1996; Lindquist *et al*., 1996; Massinga *et al*., 2001; Ahmadvand *et al*., 2009). کاهش ماده خشک سیب‌زمینی در اثر سبز شدن سریع‌تر علف‌های هرز در مقایسه با سیب‌زمینی نیز در سایر تحقیقات مورد تأیید قرار گرفته است (Vangessel and Renner, 1990; Kolodziejczyk, 2015).

جدول 6- ضرایب معادلات برازش‌یافته برای روند تغییرات تجمع ماده خشک سیب‌زمینی

Table 6- Fitted equation coefficients for dry matter accumulation trend of Potato

Treatment تیمار		coefficients ضرایب معادله			R^2	p-value
زمان سبزشدن تاج‌خروس Grow the Pigweed	تراکم تاج‌خروس Pigweed density	a	b	c		
8 روز قبل از سیب‌زمینی 8 days before the Potato	5	724.6499	780.1215	0.152937	0.998677	<.0001
	10	531.7075	503.8348	0.140942	0.997947	<.0001
	15	473.8927	339.5488	0.133343	0.997053	<.0001
4 روز قبل از سیب‌زمینی 4 days before the Potato	5	940.5937	1179.622	0.162371	0.999053	<.0001
	10	651.6486	527.9491	0.142244	0.998386	<.0001
	15	542.1931	245.6977	0.121842	0.998017	<.0001
همزمان با سیب‌زمینی Along with the Potato	5	986.4343	638.1189	0.145315	0.999154	<.0001
	10	777.0599	718.4922	0.150452	0.998265	<.0001
	15	589.2818	612.1833	0.146632	0.994747	<.0001
4 روز قبل از سیب‌زمینی 4 days after the Potato	5	1001.771	838.816	0.147772	0.99875	<.0001
	10	951.6757	1041.745	0.152752	0.998157	<.0001
	15	760.0752	691.4317	0.148589	0.99878	<.0001

سرعت رشد محصول

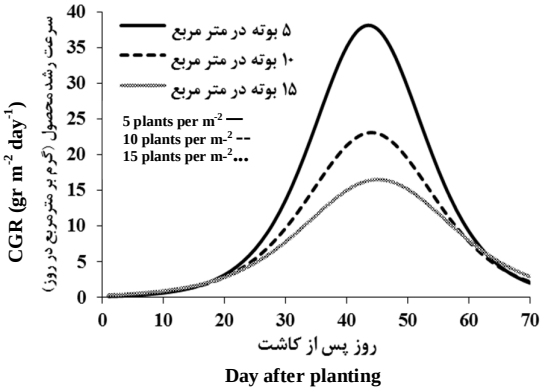
سرعت رشد محصول با معناترین واژه تجزیه و تحلیل رشد در جوامع گیاهی می‌باشد، که نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در واحد سطح خاک در یک واحد زمان مشخص است (Keating and Cooper, 1983). بررسی روند تغییرات سرعت رشد محصول نشان داد که منحنی تغییرات سرعت رشد محصول از موقع کاشت تا برداشت به شکل زنگوله‌ای است. در ابتدای فصل رشد با افزایش رشد رویشی و همچنین افزایش سطح برگ مقدار آن افزایش یافت، تا به یک حد نهایی رسید. پس از آن به دلیل رقابت بیشتر بوته‌های سیب‌زمینی با هم و همچنین با تاج‌خروس، کاهش نفوذ نور به داخل سایه‌انداز گیاهی و همچنین پیر شدن اندام‌های فتوسنتزکننده و انتقال مواد غذایی به غده‌ها، میزان سرعت رشد محصول کاهش یافت.

نتایج به‌دست آمده در شکل‌های الف تا د، تغییرات سرعت رشد تراکم‌های کاشت را نسبت به تعداد روزهای پس از کاشت در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. زمان ظهور تاج‌خروس نسبت به سیب‌زمینی تأثیر معنی‌داری بر CGR سیب‌زمینی داشت، به‌طوری‌که هرچه ظهور تاج‌خروس به تعویق افتاد CGR سیب‌زمینی افزایش یافت. با افزایش تراکم بوته تاج‌خروس در تمام سطوح زمان سبز شدن CGR کاهش یافت ولی روند این کاهش با هم متفاوت بود. با افزایش تراکم تاج‌خروس بیشترین کاهش در CGR در تیمار چهار روز قبل از سبز شدن (شکل 4 ب) و کمترین کاهش در تیمار چهار روز بعد از سبز شدن سیب‌زمینی مشاهده شد (شکل 4 د).

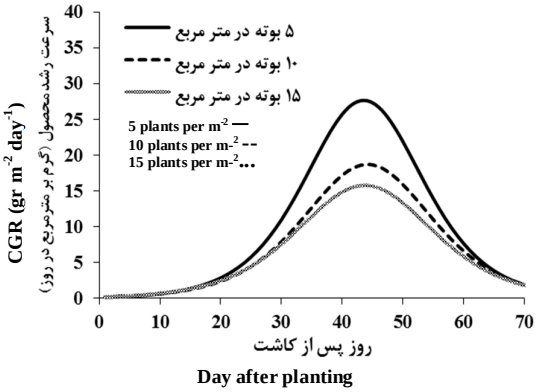
در رابطه عملکرد سیب‌زمینی با سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی بیان شده است که 70 روز بعد از کاشت، بین شاخص‌های مورد بررسی و عملکرد همبستگی نزدیکی وجود داشت (Patil *et al*., 1990). همچنین در برخی از تحقیقات مشخص گردید که حضور تاج‌خروس کاهش معنی‌داری در عملکرد ماده خشک، شاخص سطح برگ، دوام شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی سویا ایجاد کرد (Samaee *et al*., 2003). بیشترین مقدار عملکرد ماده خشک، شاخص سطح برگ، دوام شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی در هر سه رقم سویا مربوط به تیمار شاهد بود که با افزایش تراکم تاج‌خروس از مقدار آنها کاسته شد. کاهش سرعت رشد محصول (CGR) گندم در رقابت با علف‌های هرز شب‌بو (Najafi, 2002)، گندم در رقابت با شلمی و یولاف (Hasanzadeh-Delooi, 2002)، لوبیا در رقابت با تاج‌خروس و سوروف (Izadi-Darbandi, 2002)، رقابت ذرت و سلمه‌تره (Aghabeigi, 2003)، رقابت ذرت با تاج‌خروس (Aghaalikhani, 2001)، رقابت علف‌های هرز با سیب‌زمینی (Khaleghi, 2004; Notghi-Taheri, 1997) گزارش شده است.

سرعت رشد نسبی

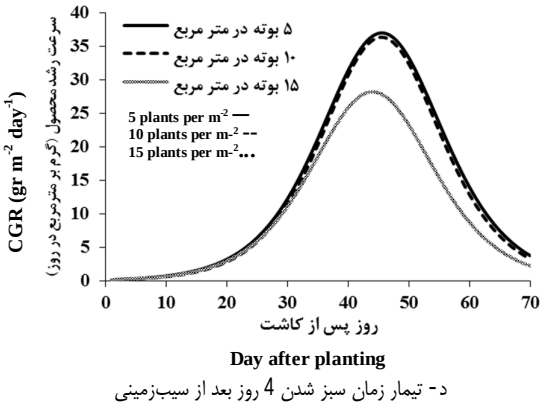
روند تغییرات سرعت رشد نسبی در همه تیمارها تقریباً مشابه بود. حداکثر سرعت رشد نسبی در ابتدای فصل رشد حاصل شد و پس از مدتی ثابت و سپس روند کاهشی پیدا کرد (شکل 5 الف تا د). کاهش سرعت رشد نسبی با افزایش سن گیاه به این دلیل است که قسمت‌های افزوده شده به گیاه، بافت‌های ساختمانی بوده و بافت‌های فعال متابولیکی نبودند؛ لذا چنین بافت‌هایی، سهمی در رشد ندارند (Koochaki and Sarmadnia, 2008). همچنین ظاهراً با گذشت زمان، به دلیل ایجاد رقابت بین گیاهان برای کسب آب و مواد غذایی و دریافت نور و همچنین در سایه قرار گرفتن برگ‌های پایینی بوته و کاهش توانایی فتوسنتزی آن‌ها، سرعت تجمع ماده‌ی خشک اولیه نقصان یافت و این امر سبب کاهش سرعت رشد نسبی گردید. نتایج مشابهی در سایر بررسی‌ها (Board and Harville, 1996; Ahmadvand *et al*., 2009) به‌دست آمده است.



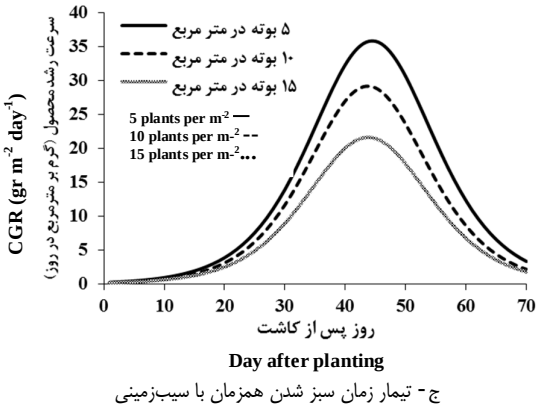
ب- تیمار زمان سبز شدن 4 روز قبل از سیب‌زمینی
B- Ttreatments of grow time, 4 days before the Potato



الف- تیمار زمان سبز شدن 8 روز قبل از سیب‌زمینی
A- Ttreatments of grow time, 8 days before the Potato



د- تیمار زمان سبز شدن 4 روز بعد از سیب‌زمینی
D- Ttreatments of grow time, 4 days after the Potato



ج- تیمار زمان سبز شدن همزمان با سیب‌زمینی
C- Ttreatments of grow time, along with the Potato

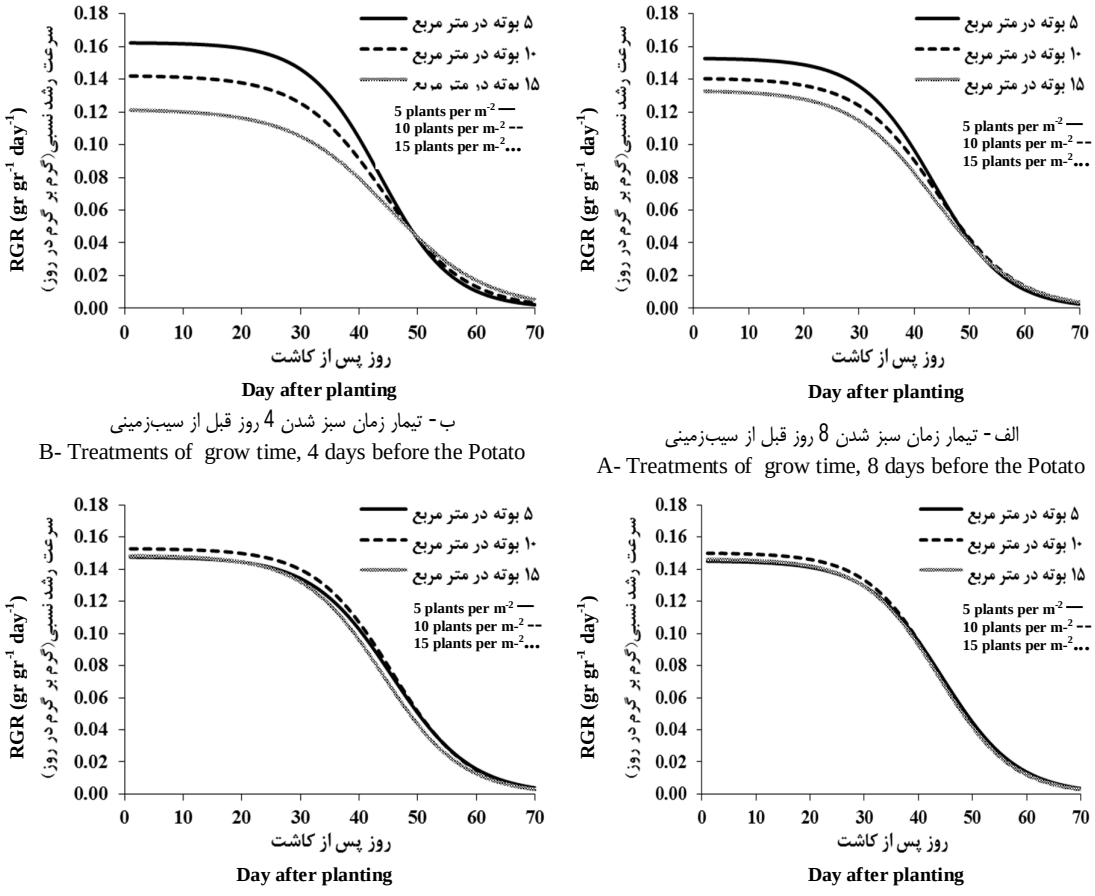
شکل 4- روند تغییرات سرعت رشد محصول سیب‌زمینی در تراکم‌های مختلف تاج‌خروس در تیمارهای مختلف زمان سبز شدن
Figure 4- Trend changes in the crop growth rate (CGR) of Potato in different Pigweed density and different treatments of grow time

در تیمارهای ظهور نسبی هشت و چهار روز زودتر تاج‌خروس نسبت به سیب‌زمینی، با افزایش تراکم تاج‌خروس، RGR سیب‌زمینی کاهش یافت (شکل 5 الف و ب). ولی در تیمارهای ظهور نسبی همزمان و چهار روز بعد از سیب‌زمینی، تراکم‌های مختلف تاج‌خروس از لحاظ RGR تفاوتی با هم نداشتند (شکل 5 ج و د).

به‌طور کلی سرعت رشد نسبی در ابتدای فصل رشد به علت نفوذ نور به داخل پوشش گیاهی و سایه‌اندازی کمتر برگ‌ها بر روی یکدیگر و در نتیجه تنفس کمتر، بالاتر می‌باشد؛ ولی با گذشت زمان، افزایش اندام‌های رویشی، گسترش بوته، رقابت درون و برون گونه‌ای و سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر، آن را کاهش می‌دهد. کاهش میزان سرعت رشد نسبی با افزایش سن گیاه توسط سایر محققین نیز مورد تأیید قرار گرفته است (Talei *et al*., 2000; Sivakumar and Shaw, 1978). نتایج تحقیقات انجام شده نشان‌دهنده کاهش RGR در شرایط تداخل علف هرز است (Aghaalikhani, 2001; Hasanzadeh-Delooi, 2002; Najafi, 2002) که این موضوع در تحقیق حاضر نیز قابل مشاهده می‌باشد.

عملکرد غده سیب‌زمینی

اثر تیمارهای زمان سبز شدن و تراکم تاج‌خروس در سطح یک درصد و برهمکنش آنها در سطح پنج درصد بر عملکرد غده سیب‌زمینی معنی‌دار بود. مقایسه میانگین برهمکنش زمان نسبی سبز شدن و تراکم تاج‌خروس بر عملکرد غده سیب‌زمینی نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین عملکرد غده به‌ترتیب مربوط به تیمارهای تراکم 5 بوته تاج‌خروس و سبز شدن چهار روز بعد از سیب‌زمینی (39800 کیلوگرم در هکتار) و تراکم 15 بوته تاج‌خروس و سبز شدن هشت روز قبل از سیب‌زمینی (18400 کیلوگرم در هکتار) بودند (شکل 6).



الف- تیمار زمان سبز شدن 8 روز قبل از سیب‌زمینی
A- Treatments of grow time, 8 days before the Potato

ب- تیمار زمان سبز شدن 4 روز قبل از سیب‌زمینی
B- Treatments of grow time, 4 days before the Potato

ج- تیمار زمان سبز شدن همزمان با سیب‌زمینی
C- Treatments of grow time, along with the Potato

د- تیمار زمان سبز شدن 4 روز بعد از سیب‌زمینی
D- Treatments of grow time, 4 days after the Potato

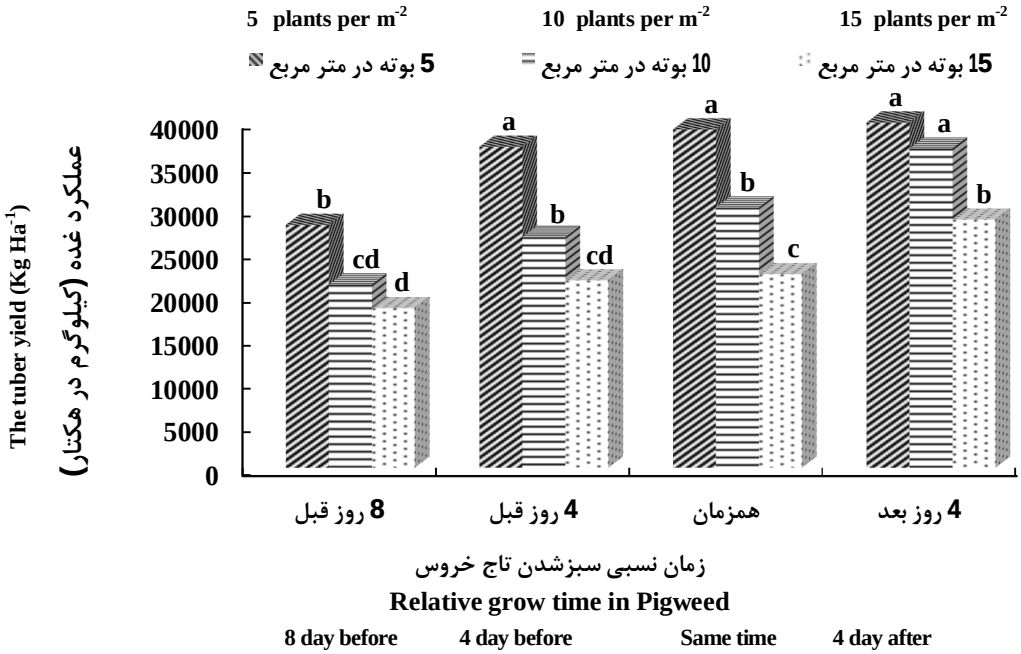
شکل 5- روند تغییرات سرعت رشد نسبی سیب‌زمینی در تراکم‌های مختلف تاج‌خروس در تیمارهای زمان مختلف سبز شدن
Figure 5- Trend changes in the relative growth rate (RGR) of Potato in different Pigweed density and different treatments of grow time

در تیمار ظهور تاج‌خروس هشت روز قبل از سیب‌زمینی تراکم کم تاج‌خروس نیز باعث خسارت به محصول می‌شود و هرچه ظهور علف‌هرز به تأخیر بیفتد تعداد بوته علف‌هرز بیشتری لازم هست تا به محصول خسارت وارد شود و در نتیجه ظهور علف‌هرز به اندازه تراکم علف‌هرز دارای اهمیت است که بایستی در مدیریت علف‌های هرز به این نکته توجه جدی داشت. سایر مطالعه‌ها نیز نشان می‌دهند که با تسریع در سبز شدن علف‌های هرز، ماده خشک و عملکرد سیب‌زمینی کاهش بیشتری می‌یابد (Notghi-Taheri, 1997; Love *et al*., 1995; Ahmadvand *et al*., 2009; Kolodziejczyk, 2015). البته با افزایش تراکم علف‌های هرز نیز میزان ماده خشک غده‌ها و عملکرد سیب‌زمینی کاهش می‌یابد (Khaleghi, 2004; Vangessel and Renner, 1990; Wall and Friesen, 1990; Ahmadvand *et al*., 2009).

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به نتایج به‌دست آمده چنین می‌توان استنباط نمود که ظهور نسبی زودتر و افزایش تراکم تاج‌خروس از طریق حصول ارتفاع و وزن خشک بیشتر، باعث کاهش عملکرد غده سیب‌زمینی می‌گردد. علاوه بر آن تاج‌خروس به دلیل ارتفاع بالاتر نسبت به سیب‌زمینی و همچنین C_4 بودن آن در صورت ظهور نسبی زودتر، حتی در تراکم کمتر نیز رقابت‌کننده قوی برای جذب نور می‌باشد و می‌تواند خسارت زیادی به تولید سیب‌زمینی وارد کند. با توجه به اینکه مدت زمان خروج سیب‌زمینی از خاک پس از کاشت،

حدود 15 روز است؛ در این فاصله علف‌های هرز از جمله تاج‌خروس قبل از ظهور سیب‌زمینی جوانه خواهند زد. لذا ظهور نسبی زودتر این علف‌هرز در مزارع سیب‌زمینی بنا به دلایل ذکر شده موجب کـاهش عملکرد سیب‌زمینی خواهد شد. پس کنترل علف‌هرز تاج خـروس در زراعت سیب‌زمینی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و باید در اولـین فرصت صورت گیرد.



میانگین‌های دارای حروف مشترک، در آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت آماری معنی‌داری در سطوح احتمال پنج درصد نداشته‌اند.

Averages with common letters, in Duncan's multiple range tests had no significant differences in the levels of five percent probability.

شکل 6- مقایسه میانگین برهمکنش زمان نسبی سبز شدن و تراکم تاج‌خروس بر عملکرد غده سیب‌زمینی

Figure 6- Comparison of mean the interaction relative grow time and Pigweed density on the tuber yield of Potato

References

1. Abbasdokht, H. 2003. Ecophysiological Study of Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and Soybean (*Glycine max* L.) Competition. Agronomy Ph.D Thesis, Tehran University.
2. Aghabeigi, M. 2001. The ecophysiological aspects of competition in Pigweed and corn.Agronomy Ph.D Thesis, Tarbiat Modares University.
3. Aghabeigi, M. 2003. Study the ecophysiological aspects of Faten competition with Corn. Agronomy Master's thesis, Mazandaran University.
4. Ahmadvand, G., Mondani, F., and Golzardi, F. 2009. Effect of crop plant density on critical period of weed competition in potato. Scientia Horticulturae 121 (3): 249-254.
5. Blackshaw, R. E. 1993. Safflower (*Carthamus tinctorius*) density and row spacing effects on competation whit Green foxtail (*Setaria viridis*). Weed Science 41: 403-408.
6. Blackshaw, R. E., Brandt, R. N., Janzen, H. H., Entz, T. C., Grant, C. A., and Derksen, D. A. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. Weed Science 51: 532-539.
7. Board, J. E., and Harville, B. G. 1996. Growth dynamics during the vegetative period affects yield of narrow-row soybean. Agronomy Journal 88: 567-572.
8. Borrego, F., Fernández, J. M., López, A., Parga, V. M., Murillo, M., and Carvajal, A. 2000. Growth analysis in seven varieties of Potato (*Solanum tuberosum* L.). Mexico Journal of Agronomía Mesoamericana 11 (1): 145-149.
9. Croster, M. P., and Witt, W. W. 2000. Effect of Glycine max canopy characteristics, Glycine max interefrence and weed-free period on Solanum ptycanthum. Weed Science 48: 20-26.
10. Dieleman, A., Hamill, A. S., Weise, S. F., and Swanton, C. J. 1995. Empirical models of Pigweed (*Amaranthus* spp.) interference in Soybean (*Glycine max* L.). Weed Science 43: 612- 618.

11. Dunan, M. C., and Zimdahl, R. L. 1991.Competitive ability of wild Oats (*Avena fatua*) and Barley (*Hordeum vulgare*). Weed Science 39: 558-563.
12. Evans, G. C. 1972. The quantitative analysis of plant growth. University of California press, Berkley.
13. Ghosheh, H. Z., Holshouser D. L., and Chandler, J. M. 1996. Influence of density of Johnson grass (*Sorghum halepense*) interference in field Corn. Weed Science 44: 879-883.
14. Hasanzadeh Delooi, M. 2002. Wheat Aydyutyp designed to compete with Weeds. Agronomy Ph.D Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran.
15. Holt, J. S. 1995. Plant response to light: a potential tool for weed management. Weed Science 43: 474-482.
16. Izadi Darbandi, A. 2002. Study of the competitive effects of Pigweed and Redroot pigweed on yield and physiomorphological characteristics of Beans.Master's thesis, Ferdowsi University of Mashhad.
17. Keating, J. D., and Cooper, P. J. 1983. Kabuli chickpea as a winter-sown crop in Northen Syria: Moisture relations and crop productivity. Journal of Agricultural Science Cambridge 100: 667-680.
18. Keshiri, M., Latifi, N., and Ghasemi, M. 2003.Growth analysis of safflower with different arrangements planting under dryland conditions. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 10 (4): 85-94.
19. Khaleghi, F. 2004. Ecophysiological characteristics of potato varieties in terms of yield and power to compete with Weeds.Agronomy Master's thesis, Tehran University.
20. Kolodziejczyk, M. 2015. The effect of living mulches and conventional methods of weed control on weed infestation and potato yield. Scientia Horticulturae 191 (6): 127-133.
21. Koochaki, A., and Sarmadnia, Gh. H. 2008.Crop physiologh (translation). Published XIV. Mashhad University Jihad Publications.
22. Lindquist, J. L., Mortensen, D. A., Clay, S. A., Schmenk, R., Kells, J. J., Howatt, K., and Westra, P. 1996. Stability of corn-velvetleaf (Abutilon theophrasti) interference relationships. Weed Science 44: 309-313.
23. Love, S. L., Eberlein, C. V., Stark, J. C., and Bohl, W. H. 1995. Cultivar and seed piece spacing effects on Potato competitiveness with Weeds. American Potato Journal 72: 194-213.
24. Lynch, D. R., and Rowberry, R. G. 1977. Population density studies with Russet Burbank II. The effect of fertilization and plant density on growth, development and yield. American Potato Journal 54: 57-71.
25. Malik, V. S., Swanton, C. J., and Michaels, T. E. 1993. Interaction of white Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, row spacing, and seeding density with annual Weeds. Weed Science 41: 62-68.
26. Massinga, R. A., Currie, R. S., Horak, M. J., and Boyer, J. 2001. Interference of palmer amaranth in corn. Weed Science 49: 202-208.
27. Najafi, H. 2002. Evaluation of the competition of three species of weed densities, Wallflower family on wheat. Agronomy Ph.D Thesis.Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran.
28. Nassiri Mahallati, M., and Kropff, M. J. 1997. Simulation model for crop-weed competition, modified for LAD distribution function and extinction coefficient based on leaf dispersion. Agricultural Wageningen University. Netherlands.
29. Nganga, S. 1982. Physiological basis of Potato crop yield. Pp.: 13-16. In principles of Potato seed production for tropical Africa. International Potato Center (CIP), Lima. Peru.
30. Notghi Taheri, H. 1997. Investigation of weed competition in Potatoes.Agronomy Master's thesis. Ferdowsi University of Mashhad.
31. Patil, Y. B., Patil, A. A., Madalgeri, B. B., and Patil, V. S. 1990. Correlation studies in sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Poir) as influenced by varying levels of nitrogen, potassium and inter-row spacing. Journal of Root Crops 16 (2): 98-102.
32. Peterson, C. T., Jorgensen, U., Svendsen, H., Hansen, H., Jensen, H. E., and Nilsen, N. E. 1995. Parameter assessment for simulation of biomass production and N uptake in winter rapeseed. European Journal of Agronomy 4: 77-89.
33. Rahimian, H., and Shariati, Sh. 1999. The modeling of weed competition and crop. Publish Agricultural Education.
34. Robert, G. W. 1993. Wild prosomillet (*Panicum milliaceum*) interference in dry bean. Weed Science 33: 654-657.
35. Ronald, A. E. 2000. Amaranthus retroflexus / Pigweed.U.S. Department of Agriculture press.
36. Samaee, M., and Daneshian, J. 2003. Study of Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) interference effects on Soybean growth index. Iranian Journal of Agriculture Science 42 (2): 127-139.
37. Sivakumar, M. V., and Shaw, R. H. 1978.Methods of growth analysis in field grown Soybean (*Glycin max* L.). Annual Botany 42: 213-222.
38. Sobhani, A. 1995. The planting date and seed tubers before germination on growth indices and yield of potato cultivars.Agronomy Master's thesis, Tarbiat Modares University, Iran.
39. Steinmaus, S. J., and Norris, R. F. 2002. Growth analysis and canopy architecture of velvetleaf grown under light conditions representative of irrigated Mediterranean-type agroecosystems. Weed Science 50: 42- 53.
40. Talei, A., Poostini, K., and Davazdah Emami, S. 2000. Planting pattern effects on physiological characteristics of several varieties of Bean. Iranian Journal of Agriculture Science 31 (3): 477-487.

41. Toller, J. E., Guice, J. B., and Murkdoch, E. 1996. Interference between Johnson grass (*Sorghum halepense*), Smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*) and Soybean. Weed Science 44: 331-338.
42. Trehan, S. P., and Singh, B. P. 2013. Nutrient efficiency of different crop species and potato varieties – in retrospect and prospect. Potato Journal 40 (1): 1-21.
43. Vangessel, M. J., and Renner, K. A. 1990. Red root Pigweed (*Amarantus retroflexus*) and Barnyard grass (*Echinochola crusgalli*) interference in Potatoes (*Solanum tubrerosum*). Weed Science 38: 338-343.
44. Wall, D. A., and Friesen, G. H. 1990.Green foxtail (*Setaria viridis*) competition in potato. Weed Science 38: 396-400.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 4, Winter. 2018, p. 761-775

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد 15، شماره 4، زمستان 1396، ص. 775-761

Evaluation of Growth Indices of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Affected by Density and Time of Emergence Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.)

M. Asadi[1]- A. Yadavi[2]- M. Azimi Gandomani[3*]

Received: 21-11-2014
Accepted: 27-09-2016

Introduction

Weed is one of limiting factors in potato production.Weed management systems require comprehensive and accurate data on behavior of weeds and their impacts on the farming systems. Pigweed (Amaranthus retroflexus L.) is third dicotyledonous weeds in the world that due to photosynthetic pathway of C_4 and indeterminate, in high temperature and high light intensity conditions particularly in the fields of summer crops such as corn (*Zea mays* L.) and sunflower (*Helianthus annus* L.) shows more competitive. Weed density is the most important factor affecting on crop by weed competition and defines part of the decline in crop by weed competition. The emergence time of weed and competition period with crop are two important aspects that are often considered in competitive studies. Quantitative analysis of growth is a method for interpretation of plant response to environmental conditions that plant is encountered during its life. Plant growth analysis can be used as a factor to illustrate the competitiveness of the crop and weeds. Growth indices such as dry matter accumulation, crop growth rate (CGR), net assimilation rate (NAR), and leaf area index (LAI) have been used for assessing the effects of weed competition on crop yield. The aim of this study was the evaluation of growth indices of potato affected by density and time of emergence pigweed.

Materials and Methods

The experiment was conducted as a factorial based on randomized complete block design (RCBD) with two factors and three replications at the experimental station of Borujen city in Charmahal and Bakhtiari province, Iran. Treatments were included a combination of pigweed density (5, 10, 15 pigweed plants m^{-1}) and time of emergence pigweed (four and eight days before potato emergence, coincided with the potato emergence, and four days after potato emergence). Pigweed evaluated traits were included as plant height, and total dry weight as well as potato evaluated traits were included as LAI, total dry matter (TDM), (CGR), relative growth rate (RGR), and tuber yield. Plot size was 15 m^2 with four lines of 60 cm. Potato cv. was Bourne which is an early ripening cultivar was planted at 10 April. Irrigation was performed based on requirement of the plants, temperature and environmental conditions in 7 to 9 days. Potato tuber harvested at 20 June. Data were analyzed by SAS software and the mean data were compared according to least significant difference (LSD) Test at 5% probability level.

Results and Discussion

Results showed that the relative time of emergence and Pigweed plant density were significant on plant height and TDM of pigweed. Pigweed plant height and dry weight decreased, when pigweed emergence was later than potato. Pigweed plant height and TDM increased with increasing density of pigweed. Their interaction was significant only for potato tuber yield. Earlier relative emergence and increasing density of pigweed was reduced potato tuber yield. Five pigweed per m^{-2} at emergence of four days after potato and 15 pigweed per m^{-2} at emergence of eight days before potato had the highest (39800 kg ha^{-1}) and the lowest (18400 kg ha^{-1}) tuber yield, respectively. Also low density of pigweed in treatment of emergence at eight days before potato was caused more economic losses. Whatever emergence of weed delayed, more number of weed plants is needed to economic losses causes. Therefore emergence of weeds is important equally that weed density is important and should pay attention to the fact in Weed management. In general, the results showed that the pigweed can damage to potato production because its height is higher than potato and it also is C_4, when relative appearance is earlier can be strong competitor to absorb light even in the less dense. Previous researches about crop-weed competition for light, have revealed that higher plant with lower LAI could overcome the plants with lower

1- M.Sc. student, Islamic Azad University of Shiraz Branch, Shiraz, Iran
2- Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Iran
3- Scientific Member, Department of Agriculture, Payamenoor University (PNU), Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: Azimi_3563@yahoo.com)

height and higher LAI. These findings showed that plant height have a main role in competition and height is one of the determinant factors for light competition.Therefore, it seems that pigweed which has this feature by itself, is a strong competitor for potato plant. This study concluded that because of that pigweed is C_4 and its plant height is more than potato, so pigweed is superior competitor for light even in lower population.

Conclusions

Generally, according to the results it can be concluded that the relative earlier rise and increasing pigweed density through height gain and dry matter further, reduced tuber yield of potato. Furthermore, pigweed, due to a higher height than the potato as well as its C_4 the if a relative early rise occurs, even at low density for absorb light, is still a strong competitor and can cause heavy damage to potato production. The relative earlier rise of this weed in potato fields can reduce the potato yield. After amaranth weed control in potato farming is very important and should be done as soon as possible.

Keywords: Competition, Relative Appearance, Weed, Yield